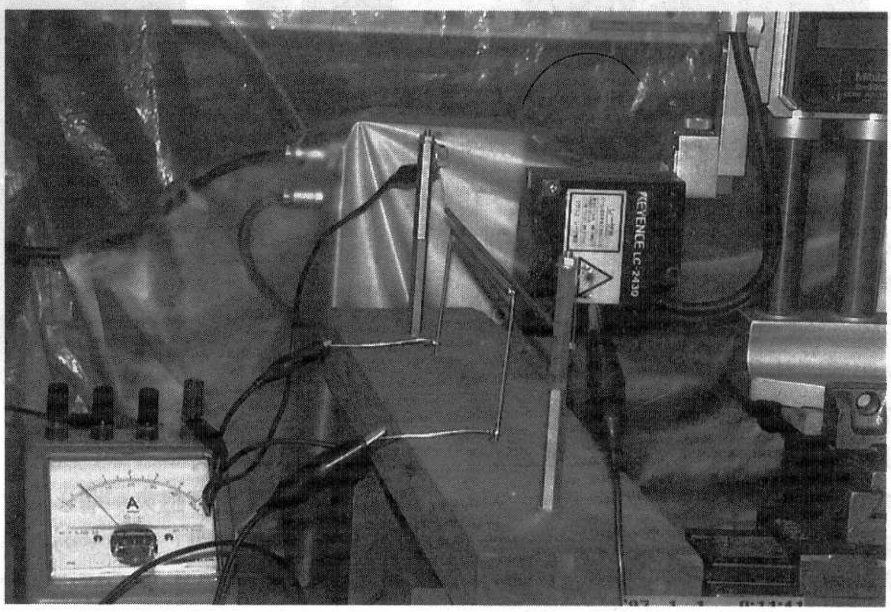
連載 オーディオ計測の散歩道

スピーカ・ケーブルの振動を測る(1)

——測定とはむずかしいもの！

■小倉幸一■



●真鍮の角パイプに電流を流したときの振動を測る.右のレーザー変位計も含めて測定部分は鉄製のセミ定盤の上に置き，クロスゲージを使って変位計を校正する

スピーカ・ケーブルは振動している?

部品の主要特性に宿命的についてきてしまう要素としてのストレー・キャパシティについて，前回ブリッジを使って測定しました．今回は，電流を流した時の電線の動きを実験したいと思います．

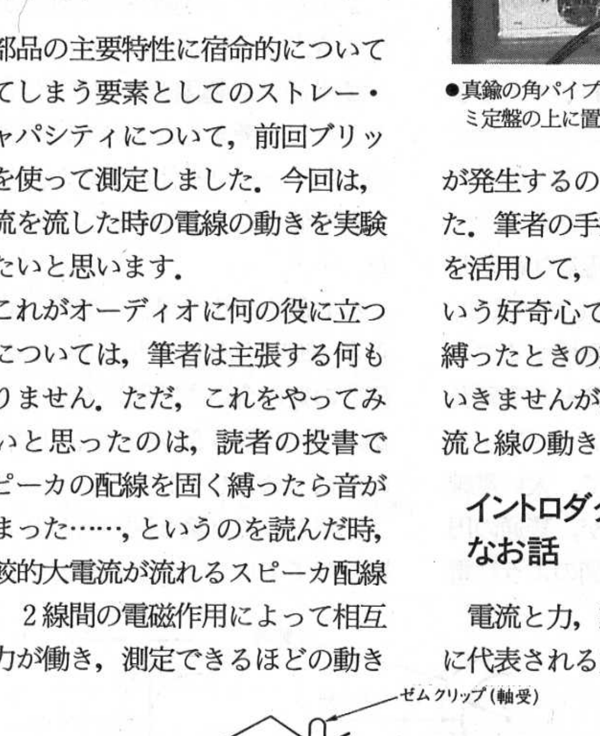
これがオーディオに何の役に立つかについては，筆者は主張する何もありません．ただ，これをやってみたいと思ったのは，読者の投書でスピーカの配線を固く縛ったら音がしまった……，というのを読んだ時，比較的大電流が流れるスピーカ配線は，２線間の電磁作用によって相互に力が働き，測定できるほどの動きが発生するのかな(？)，と思いました．筆者の手持ちのレーザー変位計を活用して，それが検証できればという好奇心で実験を始めました．縛ったときの効果まで一足飛びにはいきませんが，基礎実験として，電流と線の動きを調べてみます．

イントロダクション——基礎的なお話

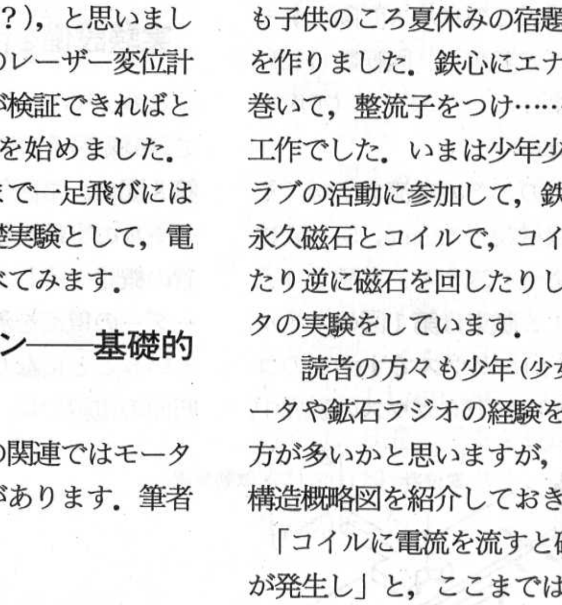
電流と力，動きの関連ではモータに代表される実験があります．筆者も子供のころ夏休みの宿題でモータを作りました．鉄心にエナメル線を巻いて，整流子をつけ……，という工作でした．いまは少年少女発明クラブの活動に参加して，鉄心なしで永久磁石とコイルで，コイルを回したり逆に磁石を回したりして，モータの実験をしています．

読者の方々も少年(少女)時代モータや鉱石ラジオの経験をお持ちの方が多いかと思いますが，**第１図**に構造概略図を紹介しておきます．

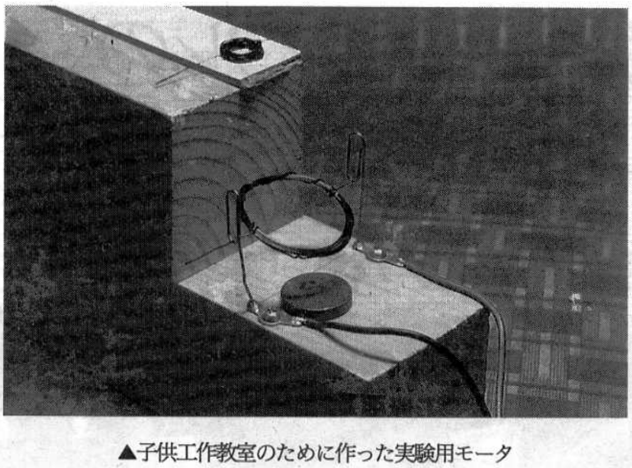
「コイルに電流を流すと磁力(線)が発生し」と，ここまではモータと同じですので，**第１図**を使います．**第１図**の電源はマンガン型単３乾電



〈第１図〉クリップ，電池，磁石で作った実験用モータ



▼〈第２図〉回転の原理，始動は手で



▲子供工作教室のために作った実験用モータ

池1個です．

このクラブの場合，工作教室ではないので，回った（！）で終わりでなく，回転数をオシロで測ったり，ストロボスコープで見かけ上，回転を止めて rpm を見たりしています．単3をマンガン型にしたのは，その内部抵抗（実測 0.7 Ω/1.4 A）を使いたかったからです．

つまり，回転コイルによって単3は一瞬ショート状態になり，電池出力は 10〜15 msec 低下（負のパルス発生）します．このパルス間隔をメモリスコープで実測し，回転数（Hz）を求めるようにしたのです（平均 33 Hz，2000 rpm）．

さて，このときの電流ですが，そのコイル線材（ϕ 0.52 mm，50 cm）に単3から電流を流すと，実測 1.4 A で，発生する磁束は**第1図**のコイル状で実測約 18 ガウスです．このコイル（0.4 g）が 180 ガウスの磁界中で吸引・反発の力を受けて回転するわけです（**第2図**）．



▶3.2 mm 角の真鍮材に電流を流す．右はレーザー変位計

コイルにすると，磁束が増しますから受ける力も増し，単線との直接的比較はできませんが，線材での電流と動き（力）の実際がわかってきます．

実験設備を作る

これからスピーカ配線を意識して，単線平行2線で実験してみます．**第3図**に，電磁気学に登場するアンペールの実験を模して作った実験装置の概略を示します．アンペア・オーダーの電流を流すので，太い電線ということになりますが，普通の円断面の電線では，**第4図**のように電線の動きによって，

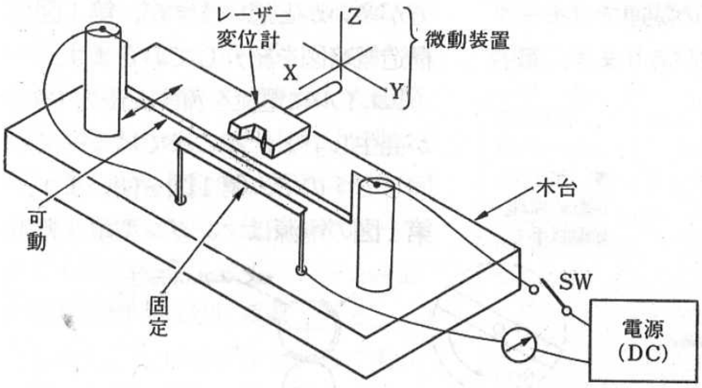
(1)レーザー光の反射面が垂直でなくなる．これによって反射光のインテンシティ変動（S/N 悪化）が起こる，

(2)半径 r に起因する誤差が入る，

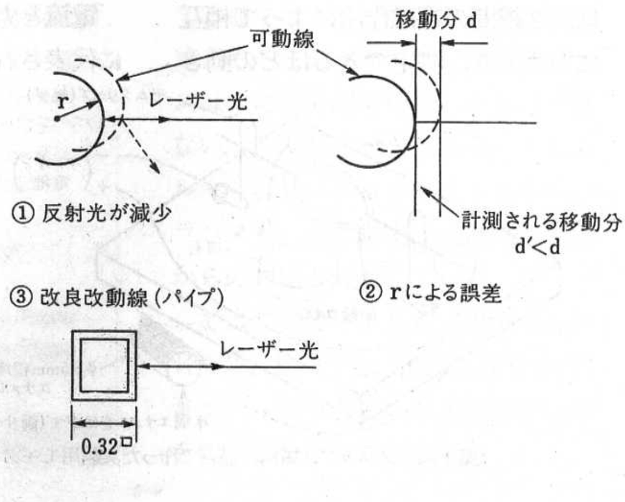
ことなどが考えられるので，真鍮製の4角チューブを使いました．その1辺を使うことで(1)(2)から逃れました．

なお微小変化の場合，射面の面あらさ（凹凸）がレーザー・ビームの直径との兼ね合いで問題にもなりますが，ビーム径が 50 μm あるので，この件はパスとしました．

回路としては**第5図**のとおりで，取り立ててウンヌンするほどのこと



▲〈第3図〉アンペールの実験



〈第4図〉円形線は誤差が出るので③角パイプを使う▶

を見ます．

(1)　**問題は外部の影響**

測定に先立ち，通電前の状態を見ておかなければなりません．可動導体（以下可動線）の方が部屋の開け閉めなどの空気の流れの変動でふらふらします．暖房風のルーパースイングによる周期的な気流変動，はてはコンクリート３Ｆの床の振動等，外来からの可動線に対する振動（ノイズ）が多く，測定不可能かと思われました．

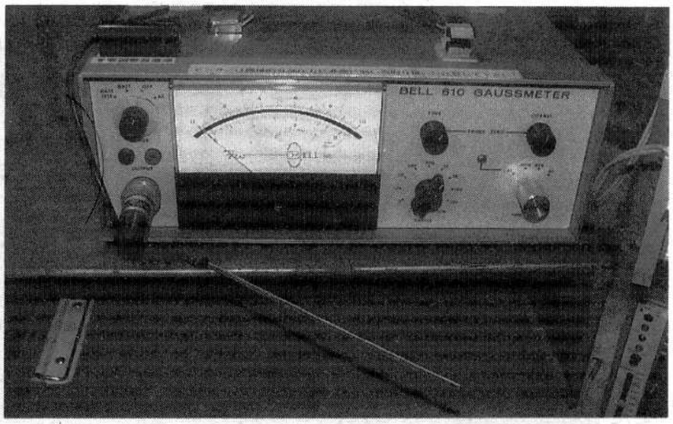
ここで登場するのが，毎度おなじみの平均化処理です．流す電流は，今回は直流ですから，電源ONとする前のランダム・ノイズをうち消しておきます．回数は13万回，この影響は立ち上がり，立ち下がりに即応しないことにあります．それを承知で通電前の状態を見かけ上，平らな0ラインにしました．もちろん，前記の悪影響成分は極力押さえています．

通電です．１Ａに対して振れが得られました．２Ａに対してはその２倍の振れがレコーダ上に得られました．やれやれです．そのデータを第７図に示します．Ｘ軸は60 mm/minですから，立ち上がり，立ち下がりはSW-ONと同時に階段上にステップアップしなければならないところですが，前述のアベレージ処理のためなまってしまっています．その回数を下げれば，だいぶ階段状の波形になります．

電流に比例した変動分が得られたので，基礎実験のスタートは一段落です．

(2)　**一難去ってまた一難**

実験再開です．こんどは固定線の方の電流の向きを変えて，どちらも同方向に電流を流す実験です．当然，記録としては，大きさ同じで逆方向の振れが得られれるはずです．ところがです，まったく前と同じ方向，反発のレスポンスです．ほんとうに“一難去ってまた一難”です．



●“怪現象”の犯人探しに出動したUSA製のガウス・メータ．棒状のものが検出部

電流の向きを反発から吸引にしたのにもかかわらず，レスポンスが変わらないということは，可動線はペアとなっている固定線との反応で動いたのではない，ということが考えられます．

「では，どれと（?）」となると，付近の磁界を検証しなければなりません．そこで，ガウス・メータを引っぱり出して，センサで可動線まわりをなでまわしました．筆者の使っているUSA製は，

- レンジ：1〜100 Kガウス/フル・スケール．メータ目盛は1/100でありますから，目盛上のレンジは0.01ガウスから100 Kガウスとなります．
- メータ：NOR, REV, ACCAL．これはFUNCと同義で使いましたが，N, Sでメータを切り換えなればなりません．

　ACにすると，極性はわかりませんが，強さのみの測定には便利です．テスターのAC，DC切替えと同じです．
- センサ：ホール素子使用．長さ：200 mm(取っ手別)，幅：5 mm，厚さ：1 mmの先端に埋め込まれている．

(3)　**失敗は意外なところに**

意外な所に犯人（?）がいました．ミステリー仕立てにすれば，その犯人は犯人探しの当の警察官でした．つまり，変位計そのものだったのです．変位計ケースのコーナーからはMAX 18ガウスのモレがありました．これは，変位計電源OFFの状態でです．念のため，磁針を近づけてみましたが，同様のレスポンスを示しました．

この犯人の影響が可動線の近くでどうか測ってみたら，２ガウスほどありました．動く力は両者の積に比例しますから，犯人を特定したとしていいでしょう．因みに，鉄製定盤やらXYテーブルからは20〜25 cm離れているので，影響はないといっていいでしょう．本体でも数ガウスしかありませんから．

可動線が他の外部磁界の影響を受けて動いたのなら，意図的に外部磁界において移動などさせたら，それに従ったレスポンスを現わすはずである，との考えで，再実験をしました．レスポンスの向きと大きさは外部磁界のとりかた（磁石の位置）で自由に変えられることもわかりました．これが“骨折り損のくたびれ儲け”にならぬよう，実験設備の再構築をします．次回は変位計を静電型変位計に改めます（Hi）．

今回はデータとりの経過だけで終わってしまいました．実験って難しいなあ(映画っていいなぁ……)．でもどちらも楽しい．